


SYNCHRONOUS DETECTOR AND SYNCHRONIZING METHOD FOR DIGITAL COMMUNICATION RECEIVER

Patent Number: ☐ EP0715440, A4
Publication date: 1996-06-05
Inventor(s): OHNO KOJI (JP); ADACHI FUMIYUKI (JP); HIGASHI AKIHIRO (JP); SAWAHASHI MAMORU (JP)
Applicant(s): NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE (JP)
Requested Patent: CN1126013
Application Number: EP19950922721 19950621
Priority Number(s): WO1995JP01229 19950621; JP19940140569 19940622
IPC Classification: H04L27/22
EC Classification: H04L25/02C
Equivalents: JP3118548B2, ☐ US5692015, ☐ WO9535615

Abstract

A synchronous detecting method in which the transfer function of a propagation path is estimated by regarding the information symbols adjacent to pilot signals as known symbols and using the information symbols as pseudo-pilot signals. The method includes a step of estimating the transfer function by using the pilot signals, a step of performing interpolation synchronous detection of part of the information symbols by using the estimated transfer function, a step of storing the result of the interpolation synchronous detection as pseudo-pilot signals, a step of reestimating the transfer function related to information symbols corresponding to the pseudo-pilot signals from the pseudo-pilot signals and the received signals corresponding to the pseudo-pilot signal, regarding the pseudo-pilots as known correct signals, and a step of performing interpolation synchronous detection of each information symbol by using the reestimated transfer function. Thus, the detection characteristic can be improved by estimating the

transfer function with high accuracy even when the number of symbols per pilot signal is small. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95190253.9

[51]Int.Cl⁶

H04L 27/22

[43]公开日 1996年7月3日

[22]申请日 95.6.21

[30]优先权

[32]94.6.22 [33]JP[31]140569/94

[86]国际申请 PCT/JP95/01229 95.6.21

[87]国际公布 WO95/35615 日 95.12.28

[85]进入国家阶段日期 95.12.1

[71]申请人 NTT移动通信网株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 东明洋 安达文幸

大野公士 佐和桥卫

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

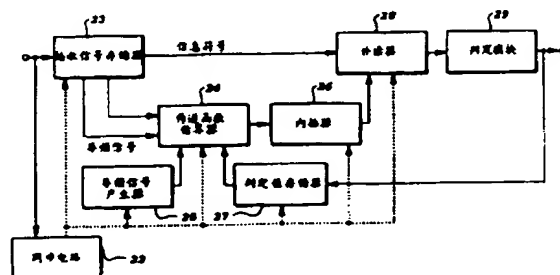
代理人 郭晓梅

权利要求书 4 页 说明书 12 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 用于数字通信接收机的相干检测器和相干检测方法

[57]摘要

相干检测方法包括步骤：应用导频信号估算传递函数，应用所估算的传递函数进行内插相干检测，存储检测结果作为伪导频信号，应用伪导频信号和对应的接收信号，假定该伪导频信号具有已知正确的模式，对于与对应于伪导频信号的信息码元相关联的传递函数再估算，应用再估算所得的传递函数进行各个信息码元的内插相干检测。能够以每导频信号的小数目的码元高精度地估算传递函数，改进了检测特性。



(BJ)第 1456 号

权 利 要 求 书

1. 一种用于数字通信接收机的相干检测器, 该检测器对包含已知模式的导频信号和信息信号的接收信号进行相干检测是通过: 基于上述导频信号对于上述信息信号的各个信息码元估算上述接收信号的一个传播通路的传递函数, 用所估算的传递函数校正上述信息码元, 并判定被校正的信息码元, 每一上述导频信号与每一上述信息信号以一固定的周期交替, 上述相干检测器包括:

用于存储上述接收信号的接收信号存储器;

用于产生上述已知模式的上述导频信号的导频信号产生装置;

传递函数估算装置, 用于应用存储在上述接收信号存储器中的上述导频信号和由上述导频信号产生装置所提供的上述已知模式的上述导频信号估算上述传递函数;

内插装置, 用于对由上述传递函数估算装置所估算的多个传递函数进行内插, 从而获得用于上述信息码元的上述传递函数;

补偿装置, 用于通过使用由上述内插装置所获得的上述传递函数, 补偿存储在上述接收存储器中的信息码元;

用于判定由上述补偿装置所补偿的上述信息码元的判定装置; 以及

伪导频信号存储器, 用于存储预定数目的由上述判定装置输出并与上述导频信号邻接的信息码元作为伪导频信号,

其中上述传递函数估算装置对于对应于上述伪导频码元的各

个信息码元,用上述伪导频信号和上述接收信号存储器中对应于上述伪导频信号的上述信息码元,再估算上述传播通路的上述传递函数。

2.如权利要求1中所述的用于数字通信接收机的相干检测器,其中上述传递函数估算装置还包括:

用于估算上述导频信号的衰落频次的装置;以及

用于预存遗忘因子与带有上述衰落频次的上述传递函数的估算误差之间关系作为一个参数的装置,

其中选择一个把上述估算误差减至最小的上述遗忘因子。

3.一种用于数字通信接收机的相干检测方法,该检测方法对包含已知模式的导频信号和信息信号的接收信号进行相干检测是通过:基于上述导频信号对于上述信息信号的各个信息码元估算上述接收信号的一个传播通路的传递函数,用所估算的传递函数校正上述信息码元,并判定被校正的信息码元,每一上述导频信号与每一上述信息信号以固定的周期交替,上述相干检测方法包括步骤:

存储上述接收信号;

产生上述已知模式的上述导频信号;

用所存储的上述导频信号和上述已知模式的上述导频信号估算上述传递函数;

对所估算的多个传递函数进行内插,从而获得用于上述信息码元的上述传递函数;

用在上述内插步骤所获得的上述传递函数补偿信息码元;

判定所补偿的上述信息码元;

存储预定数目的在上述判定步骤所判定的并与上述导频信号邻接的信息信号作为伪导频信号,以及

对于对应于上述伪导频码元的各个信息码元应用上述伪导频信号和上述接收信号中对应于上述伪导频信号的上述信息码元再估算上述传播通路的上述传递函数。

4. 如权利要求3中所述的用于数字通信接收机的相干检测装置,还包括步骤:

估算上述导频信号的衰落频次;

预存遗忘因子与带有上述衰落频次的上述传递函数的上述估算误差之间的关系作为一个参数;以及

选择一个把上述估算误差减至最小的上述遗忘因子。

5. 一种包含相干检测器的数字通信接收机,该检测器对包含已知模式的导频信号和信息信号的接收信号进行相干检测是通过:基于上述导频信号对于上述信息信号的各个信息码元估算上述接收信号的一个传播通路的传递函数,用所估算的传递函数校正上述信息码元,并判定被校正的信息码元,每一上述导频信号与每一上述信息信号以固定的周期交替,上述相干检测器包括:

用于存储上述接收信号的接收信号存储器;

用于产生上述已知模式的上述导频信号的导频信号产生装置;

传递函数估算装置,用存储在上述接收信号存储器中的上述导频信号和由上述导频信号产生装置所提供的上述已知模式的上述导频信号估算上述传递函数;

内插装置,用于对由上述传递函数估算装置所估算的多个传

递函数进行内插,从而获得用于上述信息码元的上述传递函数;

补偿装置,应用由上述内插装置所获得的上述传递函数,补偿存储在上述接收存储装置中的信息码元;

判定装置,用于判定由上述补偿装置所补偿的上述信息码元;
以及

伪导频信号存储器,用于存储预定数目的由上述判定装置输出并与上述导频信号邻接的信息码元作为伪导频信号,

其中上述传递函数估算装置对于对应于上述伪导频码元的各个信息码元,应用上述伪导频信号和上述接收信号存储器中对应于上述伪导频信号的上述信息码元,再估算上述传播通路的上述传递函数。

6. 如权利要求5中所述的数字通信接收机,其中上述传递函数估算装置还包括:

用于估算导频信号的衰落频次的装置;以及

用于预存遗忘因子与带有上述衰落频次的上述传递函数的估算误差之间关系作为一个参数的装置,

其中选择一个把上述估算误差减至最小的上述遗忘因子。

说明书

用于数字通信接收机的相干检测器和相干检测方法

本发明涉及用于解调数字移动通信等中所使用的接收机中的信号的相干检测器和相干检测方法。

有各种方法用于检测与调制方法相关联的数字信号。其中应用与发射端载波频率同步的本机振荡而实现检测的相干检测方法,在高斯噪声环境下表现最好的特性。换言之,相干检测方法要求最小的满足特定的误码率的接收信号对噪声的比率。然而,必须快速估算接收侧传播路径的传递函数以便获得相干检测所需的发射载波的绝对相位。因为传播通路的传递函数对时间剧烈波动。

内插相干检测法是已知的作为用于通过估算传播路径的传递函数进行相干检测的一种方法。例如,在 *Seiichi Sampei* 的“*Fading Compensation for 16QAM in Land Communication*”, *The Transactions of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers of Japan B—II*, Vol. J72—B—II pp. 7—15, January 1989, 或在其修改版, *S. Sampei* 等人的“*Rayleigh Fading Compensation for QAM in Land Mobile Radio Communication*”, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, VOL. 42. No. 2, MAY 1993. 中公开的。

图 1 示出用于这种内插相干检测的信号格式。发射端发射包

含周期地插入其中的导频信号 P 的被发射的信号。导频信号 P 具有发射和接收侧都知道的模式,并包含一个或多个已知的码元。一个导频信号 P 和由相继的两个导频信号夹在中间的一个信息码元集(信息信号) D 构成一个帧。

图 2 示出一个常规的接收机。由天线 1 所接收的无线电波被一个 BPF (通带滤波器)2 限带,使所需的接收信号不会受到畸变。频带受到抑制的接收信号由一 AGC (自动增益控制)电路 3 校正为正常电平信号。载波与本机振荡器之间的频移由一 AFC (自动频率控制器)4 粗略地减小。设置 BPF 2 是为了保证 AGC 3 以及 AFC 4 的正常工作。

于是所接收的信号经过由使用来自本机振荡器 6 的本机信号的准相干正交检测器 5 的准相干正交检测,该本机振荡器具有与所接收信号的载波相同的频率。准相干正交检测器 5 的输出通过一 LPF (低通滤波器)7 和一 A/D 转换器 8 提供给一内插补偿器 9。 LPF 7 用于抑制来自外部频带的噪声和来自相邻信道的干扰。内插补偿器 9 对于每一信息码元通过应用导频信号的内插方法估算传递函数,并应用所估算的传递函数补偿各个信息符号。被补偿的信号经过判定模块 10 的判定。这样应用所估算的传递函数对每一信息码元进行补偿使其能够进行绝对相位检测。作为典型的内插法,一般使用应用两个导频信号的一阶内插,或应用三个导频信号的二阶内插。

当所接收的信号包含噪声时,通过增加每个导频信号的码元数目能够更精确地估算传递函数,从而减少传递函数的估算误差。通过应把一阶或二阶高斯内插用于从导频信号所估算的传递函数可

进行与每一信息码元相关的传递函数的估算。

在上述以往的系统中,当传播路径的传递函数的波动大大慢于导频信号的插入周期时,可通过简单的一阶内插估算与每一信息码元相关的传递函数。然而当传递函数的波动变得较快时,内插误差增加,因而导频信号的插入周期必须变得较短。可是插入周期变短增加了导频信号的码元数目,并且这将降低传输效率。另一方面,在保持传输效率不变时为了减短插入周期,则必须增加每导频信号的码元数目,而这将增加传递函数的估算误差。

于是,以往的内插相干检测的缺陷在于,必须降低传输效率以应付传播路径的传递函数的快速变化。

于是本发明的一个目的在于提供一种用于数字通信接收机的相干检测器和相干检测方法,该方法通过高精度地估算传播路径的传递函数而无需增加每导频信号的码元数,可以改进绝对相干检测的特性。

在本发明的第一方面,提供了一种用于数字通信接收机的相干检测器,该检测器对于包含已知模式的导频信号和信息信号的接收信号进行相干检测是通过:基于导频信号对于信息信号的各个信息码元估算接收信号的一个传播通路的传递函数,以所估算的传递函数校正该信息码元,并判定被校正的信息码元,每一导频信号与每一信息信号以固定的周期交替,该相干检测器包括:

用于存储接收信号的接收信号存储器;

用于产生已知模式的导频信号的导频信号产生装置;

传递函数估算装置,用于应用存储在接收信号存储器中的导频

信号和由导频信号产生装置所提供的已知模式的导频信号估算传递函数；

内插装置，用于对由传递函数估算器所估算的多个传递函数进行内插，从而获得用于信息码元的传递函数；

补偿装置，用于通过应用由内插装置所获得的传递函数，补偿存储在接收存储器中的信息码元；

用于判定由补偿装置所补偿的信息码元的判定装置；以及

伪导频信号存储器，用于存储预定数目的从判定装置输出并与导频信号邻接的信息码元作为伪导频信号，

其中传递函数估算装置对于对应于伪导频码元的各个信息码元，应用伪导频信号和接收信号存储器中对应于伪导频信号的信息符号，再估算传播路径的传递函数。

该传递函数估算装置还包括：

用于估算来自导频信号的衰落频次的装置；以及

用于预存遗忘因子与带有衰落频次的传递函数的估算误差之间关系作为一个参数的装置，

其中选择一个把估算误差减至最小的遗忘因子。

在本发明的第二方面，提供了一种用于数字通信接收机的相干检测方法，该检测方法对于包含已知模式的导频信号和信息信号的接收信号进行相干检测是通过：基于导频信号对于信息信号的各个信息码元估算接收信号的一个传播通路的传递函数，用所估算的传递函数校正该信息码元，并判定被校正的信息码元，每一导频信号与每一信息信号以固定的周期交替，该相干检测方法包括步骤：

存储接收信号；

产生已知模式的导频信号；

应用所存储的导频信号和已知模式的导频信号估算传递函数；

对所估算的多个传递函数进行内插，从而获得用于信息码元的传递函数；

应用在内插步骤所获得的传递函数补偿信息码元；

判定所补偿的信息码元；

存储预定数目的在判定步骤所判定的并与导频信号邻接的信息信号作为伪导频信号，以及

对于对应于伪导频码元的各个信息码元，应用伪导频信号和接收信号中对应于伪导频信号的信息码元，再估算传播通路的传递函数。

用于数字通信接收机的该相干检测方法还包括下列步骤：

估算来自导频信号的衰落频次；

预存遗忘因子与带有的衰落频次的传递函数的估算误差之间的关系作为一个参数；以及

选择一个把估算误差减至最小的遗忘因子。

在本发明的第三方面，提供了一种包含相干检测器的数字通信接收机，该检测器对于包含已知模式的导频信号和信息信号的接收信号进行相干检测是通过：基于导频信号对各个信息码元估算接收信号的一个传播通路的传递函数，用所估算的传递函数校正该信息码元，并判定被校正的信息码元，每一导频信号与每一信息信号以固定的周期交替，该相干检测器包括：

用于存储接收信号的接收信号存储器；

用于产生已知模式的导频信号的导频信号产生装置；

传递函数估算装置,用存储在接收信号存储器中的导频信号和由导频信号产生装置所提供的已知模式的导频信号估算传递函数;

内插装置,对由传递函数估算装置所估算的多个传递函数进行内插,从而获得用于信息码元的传递函数;

补偿装置,通过应用由内插装置所获得的传递函数,补偿存储在接收存储器中的信息码元;

判定装置,用于判定由补偿装置所补偿的信息码元;以及

伪导频信号存储器,用于存储预定数目的由判定装置输出并与导频信号邻接的信息码元作为伪导频信号,

其中传递函数估算装置对于对应于伪导频码元的各个信息码元,应用伪导频信号和接收信号存储器中对应于伪导频信号的信息符号,再估算传播通路的传递函数。

该传递函数估算装置还包括:

用于估算导频信号的衰落频次的装置;以及

用于预存遗忘因子与带有衰落频次的传递函数的估算误差之间关系作为一个参数的装置,

其中选择一个把估算误差减至最小的遗忘因子。

图1是表示用于内插相干检测的信号格式的示意图;

图2是表示以往的接收机直到检测级的配置的框图;

图3是表示根据本发明的相干检测器的第一实施例的框图;

图4是表示用于本发明的相干检测的信号格式的示意图;

图5是一曲线图,表示与以往的例子相比本发明的平均误码率;

图 6 是表示根据本发明的相干检测器的第二实施例的框图；
图 7 是一曲线图，表示由于遗忘因子所产生的估算误差的变化。

现将参照附图说明本发明。

实施例 1

图 3 是表示根据本发明的相干检测器的第一实施例的框图。该相干检测器对应于图 2 所示的以往的接收机的内插补偿器 9 与判定模块 10 的组合。

经图 2 中的准相干正交检测器 5 进行准相干检测的接收信号通过 *LPF* 7 与 *A/D* 转换器 8，并馈送到图 3 的相干检测器的同步电路 22 和接收信号存储器 23。同步电路 22 恢复各个码元的时钟定时，和表示导频信号重复间隔的帧定时，由此产生一码元同步信号和一帧同步信号。码元同步信号和帧同步信号馈送给如图 3 中虚线所示的相干检测器的各个模块。

接收信号存储器 23 具有等于或大于两个导频信号中的码元和其间的信息码元集的总数的存储容量，并存储 *A/D* 转换器 8 馈送的基带数字数据。接收信号存储器 23 应用帧同步信号读出两个相继的的导频信号，并把该导频信号馈送给传递函数估算器 24。

通过导频信号产生器 25 馈送的已知模式的基准导频信号和包含在接收信号中的导频信号之间的运算，传递函数估算器 24 估算传播通路的传递函数。在每次接收导频信号时重复该操作可在实时基础上估算传播通路的传递函数。本发明的特点之一在于传递函数

的估算方法,但其细节将稍后说明。所估算出来的传递函数馈送给一内插器 26。

应用所估算的相继的传递函数,内插器 26 进行一阶或二阶内插,并在导频信号之间的每一信息码元处估算一传递函数。于是内插器 26 产生每一信息码元的一个估算的传递函数,并将其馈送给补偿器 28。

应用所估算的传递函数,补偿器补偿各个信息码元。已补偿的信息码元馈送给判定模块 29。判定模块 29 进行各个信息码元的绝对相干检测,并产生其结果。部分的判定结果存储在判定值存储器 27 中。例如当得到如图 4 所示的一个码元集 D_1 作为判定结果时,判定值存储器 27 存储由与导频信号 P_1 邻接的 L_q 码元组成的信息码元集 A_1 ,以及由与导频信号 P_2 邻接的 L_q 码元组成的信息码元集 B_1 。使用其他的信息码元集 D_k ,判定值存储器 27 存储由与导频信号 P_k 邻接的 L_q 码元组成的信息码元集 A_k ,以及由与导频信号 P_{k+1} 邻接的 L_q 码元组成的信息码元集 B_k 。每一个由预定数目的码元组成的这些信息码元集 A_k 与 B_k ,用于估算(再估算)传递函数。

更具体而言,传递函数估算器 24 估算与信息码元集 A_k 与 B_k 相关联的传递函数,假定:信息码元集 A_k 与 B_k (每一包含 L_q 码元)是作为新的具有已知模式的导频信号(以下称为伪导频信号)从判定值存储器 27 馈送的。换言之,传递函数估算器 24 估算与信息码元集 A_k 与 B_k 中的各个码元相关的传递函数,认为从判定值存储器 27 馈送的伪导频信号是作为真导频信号。传递函数的估算是在类似于真导频信号的方式的以下过程中进行的。首先,假定伪导频信号的各个码元由 $u(n)$ ($n = 1, 2, \dots, L_q$) 定义,接收信号的各个码

元由 $r(n)$ 表示,与各个码元相关联的传递函数的估算值由 $Z'(n)$ 表示, $Z'(n)$ 是解以下方程式得到的。

$$\Phi(n)Z'(n) = \Theta(n) \quad (1)$$

其中 $\Phi(n)$ 是组成伪导频信号的每一个伪导频码元的自相关, $\Theta(n)$ 是伪导频码元 $u(n)$ 与接收信号 $r(n)$ 之间的互相关。这些由以下表达式给出。

$$\Phi(n) = \lambda\Phi(n-1) + u(n)u^*(n) \quad (2)$$

$$\Theta(n) = \lambda\Phi(n-1)Z'(n-1) + u(n)r^*(n) \quad (3)$$

其中 λ 是遗忘因子,该因子提供给各个码元以指数变化的加权因子。遗忘因子是通过减少以前的影响改进跟踪能力的一个系数。例如,加权因子在它们往回走时是逐渐减小的,其方式是,第一先行码元乘以 $\lambda (\leq 1.0)$, 第二先行码元乘以 λ^2 。由方程式(1)–(3),传递函数的估算值 $Z'(n)$ 由以下方程式给出。

$$Z'(n) = \{\lambda\Phi(n-1)Z'(n-1) + u(n)r^*(n)\} / \{\lambda\Phi(n-1) + u(n)u^*(n)\} \quad (4)$$

对于信息码元集 A_k 与 B_k 的各个码元顺序地计算方程式(4),可得到与各个码元相关联的估算的传递函数。虽然这里解释的是用于估算与伪导频码元相关联的传递函数的方法,但与导频信号相关联的传递函数的估算方式是类似的。该估算方法本身是已知的,并在以下文献中公开: *Simon Haykin, "Adaptive Filter Theory", Prentice Hall, pp. 381–385*, 或前述 *Sampei* 等人的文章。

本发明的特征在于,预定数目的与导频信号邻接的信息码元用作伪导频信号,并对于这些信息码元的每一个估算传递函数。

所估算的传递函数馈送给内插器 26。内插器 26 通过使用高斯

内插法的以下方程式获得与信息码元集 $D1$ 中的各个码元相关联的传递函数。

$$Z'_{k+m/L_d} = \{1 - (m/L_d)\}Z'_k + (m/L_d)Z'_{k+1} \quad (5)$$

其中 Z'_k 与 Z'_{k+1} 分别是第 k 个和第 $k+1$ 个导频信号与伪导频信号得到的传递函数的估算值, Z'_{k+m/L_d} 是与导频信号之间 L_d 个信息码元中的第 m 个信息码元相关联的传递函数的估算值。

由于本发明这样补偿了传递函数的变化,它可实现绝对相位检测。

而且,由于本发明处理的是准相干检测之后作为数字信号的信号,图3的模块可由数字电路或诸如数字信号处理器等微处理器实现。而且,处理过程所出现的信号延迟可通过快速执行传递函数的估算和内插,以及码元的补偿和判定而减至最小。

图5是一曲线图,表示当使用根据本发明的相干检测器时的平均误码率,与应用以往的装置时的误码率进行了比较。横坐标表示每一导频信号的码元数,纵坐标表示平均误码率。这种情形下,假定 E_b/N_0 (每比特能量比噪声频谱密度)是 6 dB ,并在传播通路中没有波动。因而,导频信号的插入周期对于误码率无影响。

图5中,虚线表示理论极限,空方框表示以往只用导频信号的内插相干检测的结果,实线表示根据本发明应用部分信息码元作为伪导频信号的内插相干检测的结果。用作伪导频信号的信息码元的数目是 $L_q=10$ 。

如从图所看到的,应用伪导频信号使得每导频信号的码元数减至小于以往的装置的数目的一半。如果传输效率不变,当每导频信号的码元数为 $1/2$ 时,导频信号可按 $1/2$ 的间隔插入。于是,即使

传播通路的传递函数以两倍速率变化,该相干检测也能跟随该变化。于是通过使用在较短周期内插入小数目码元的导频信号,本发明对于处理传播通路的传递函数的快速变化是特别有效的。

实施例 2

图 6 是表示根据本发明的相干检测器的第二实施例的主要部分的框图。本实施例的特征在于,它可根据衰落频次而自动地改变上述方程式(2)与(3)的遗忘因子 λ 。

图 7 是一曲线图,表示以 $f_D T$ 作为参数的遗忘因子对传递函数的估算误差的变化。 $f_D T$ 是最大多普勒频率 $f_D(Hz)$ 和一个码元的长度 T (秒)的乘积,并对应于由一码元长度归一化的衰落频次。如从图 7 所见,最小化估算误差的遗忘因子随着 $f_D T$ 的变化而变化。例如,在衰落上升较快时,即当 $f_D T$ 变得较大时,遗忘因子必须被设置得较小。以下方法可用于设置遗忘因子。

(1) 应用固定遗忘因子的方法。

一个重要的事情是当使用一个固定数值时遗忘因子应当固定在什么数值。一个方法是设置它为可响应最大多普勒频率 f_D 的数值,另一个是设置为对应于一个平均 $f_D T$ 的数值。如从图 7 所见,在前者情形下大约 0.85 的值为最佳,在后者情形下大约 0.91 的值为最佳。

(2) 根据衰落频次切换遗忘因子的方法。

第二实施例采用了这一方法,现在参见图 6 进行说明。

本实施例不同于第一实施例在于传递函数估算器 24 的配置:第二实施例的传递函数估算器不同于图 3 所示的第一实施例的传

递函数估算器在于以下各点。

(1) 一个具有类似于图 3 的传递函数估算器 24 的函数的模块在图 6 中表示为传递函数估算器 24a。

(2) 装有一个衰落频次估算器 24b。

衰落频次估算器 24b 估算在一信息信号两端的导频信号之间的相位差，并由该估算出的相位差估算衰落频次。

(3) 装有遗忘因子对估算误差的比值的存储器 24c，用于存储对应于如图 7 中所示的遗忘因子对估算误差的关系图中的数据。

向存储器 24c 馈送由衰落频次估算器 24b 所估算的衰落频次，以便获得将估算误差减至最小的遗忘因子。传递函数计算器 24a 通过将遗忘因子代入方程式(2)–(4)估算出传递函数。

第二实施例使得能够响应移动台的移动速度估算最佳传递函数。

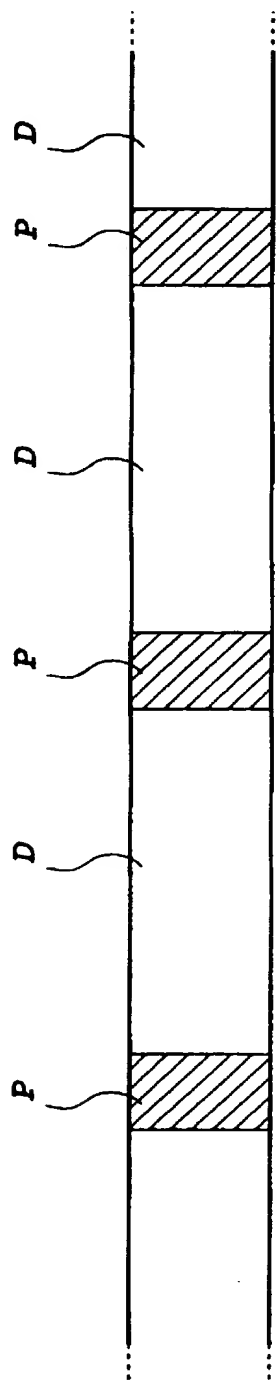


图 1
(现有技术)

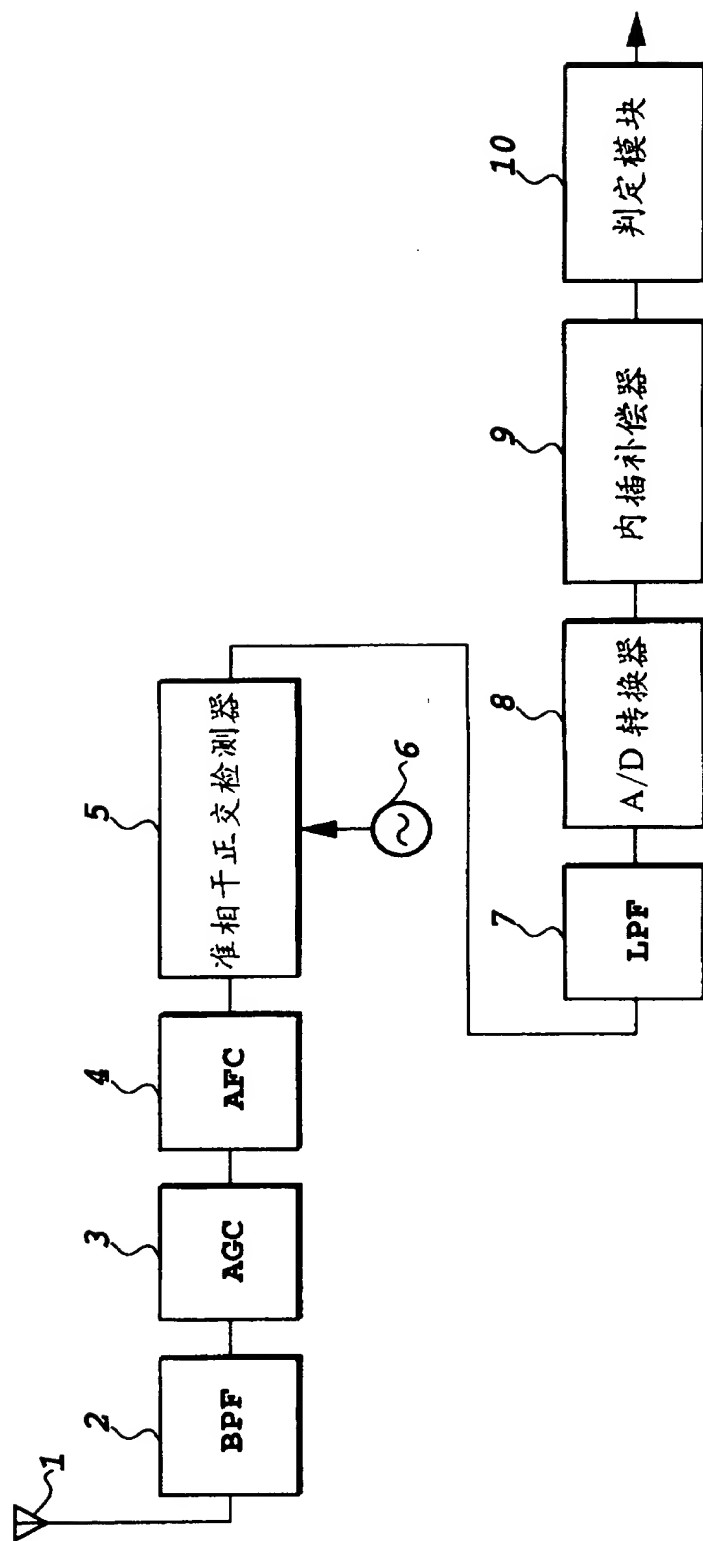


图 2
(现有技术)

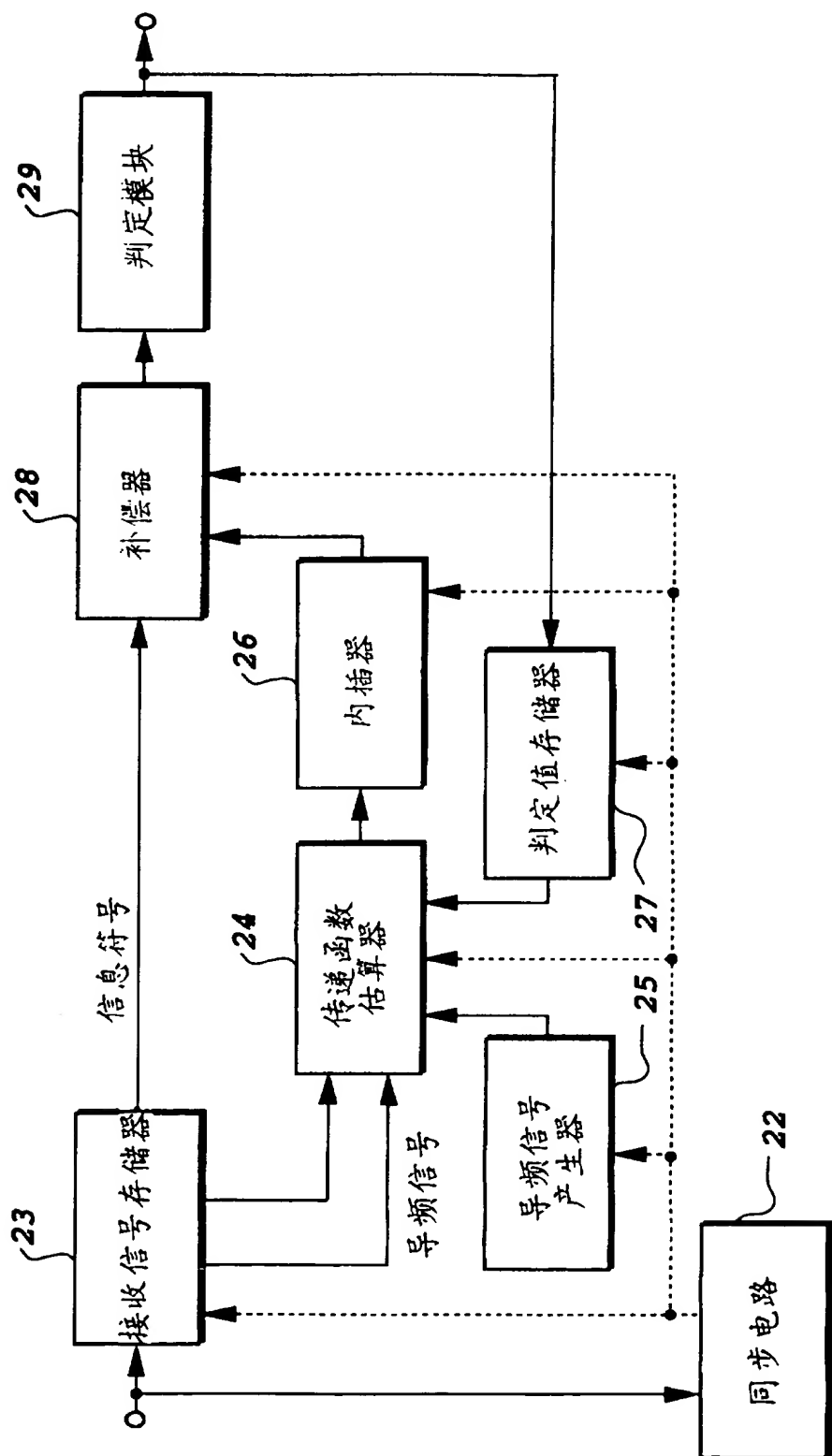


图 3

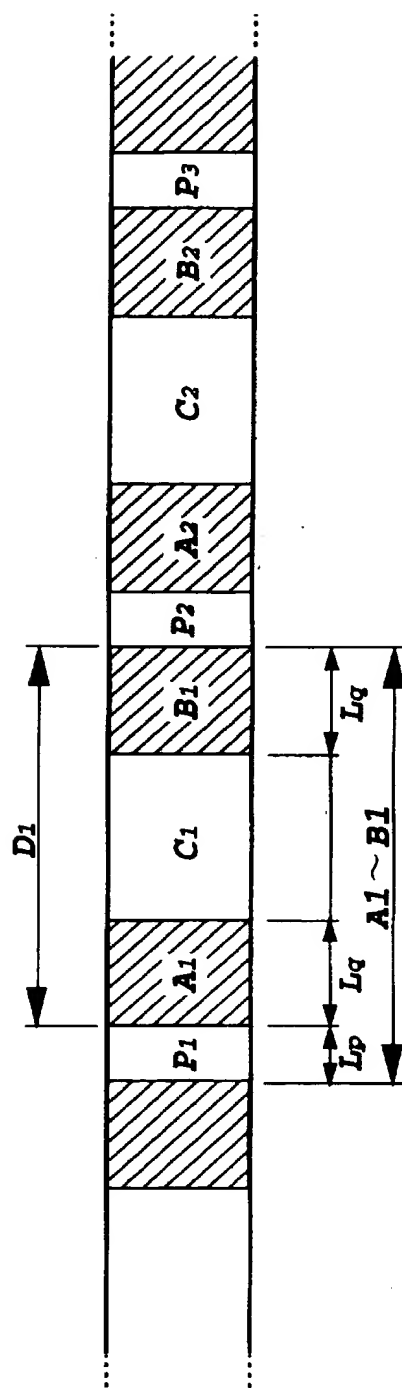


图 4

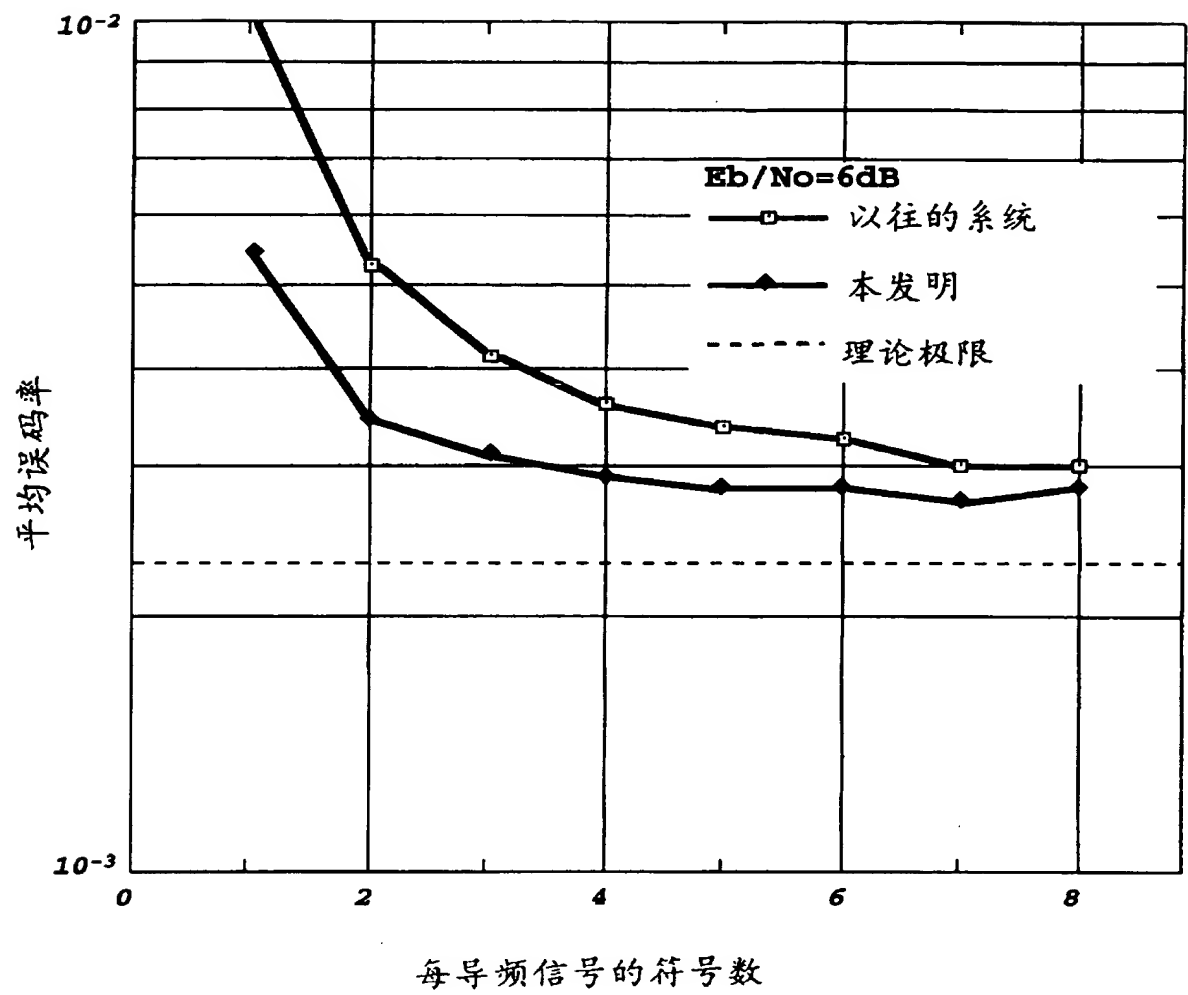
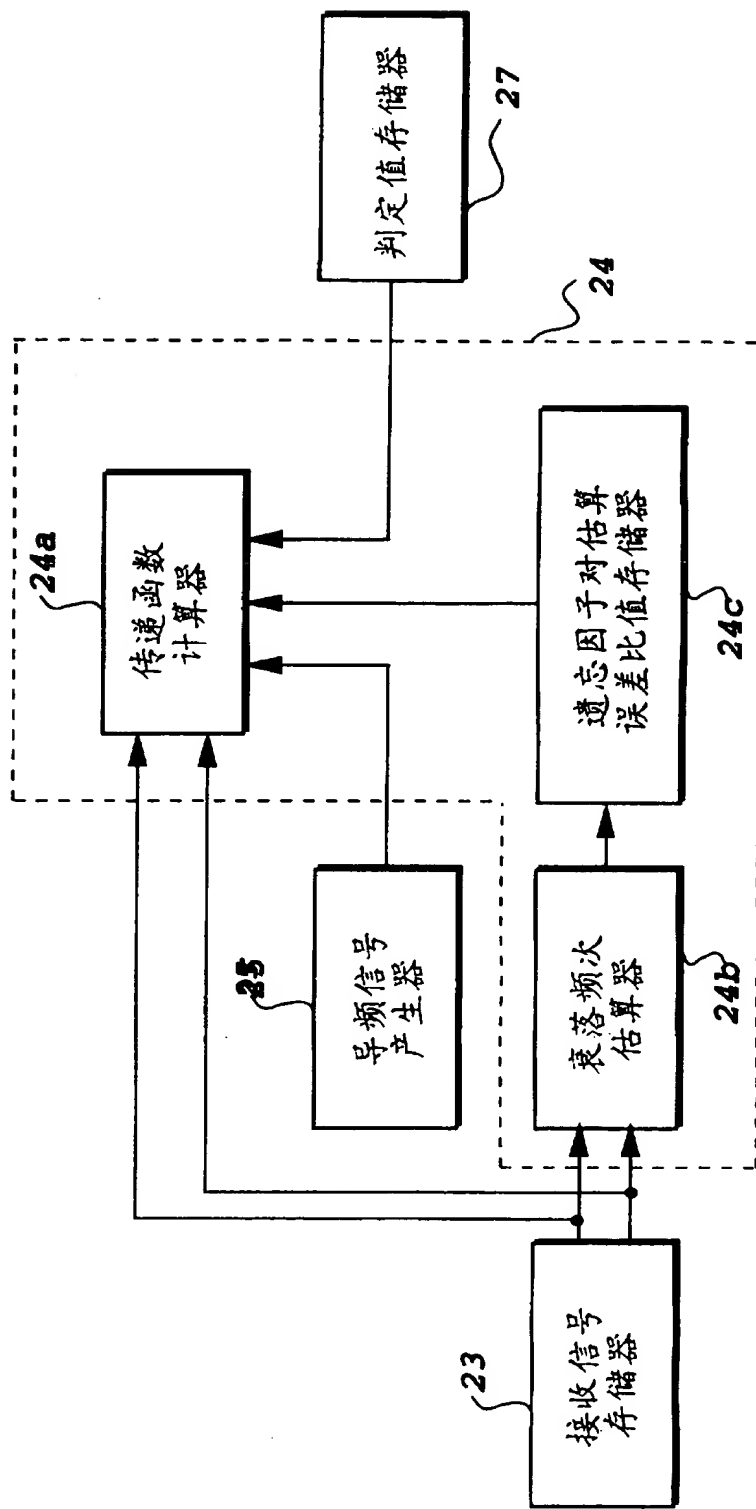


图 5

图 6



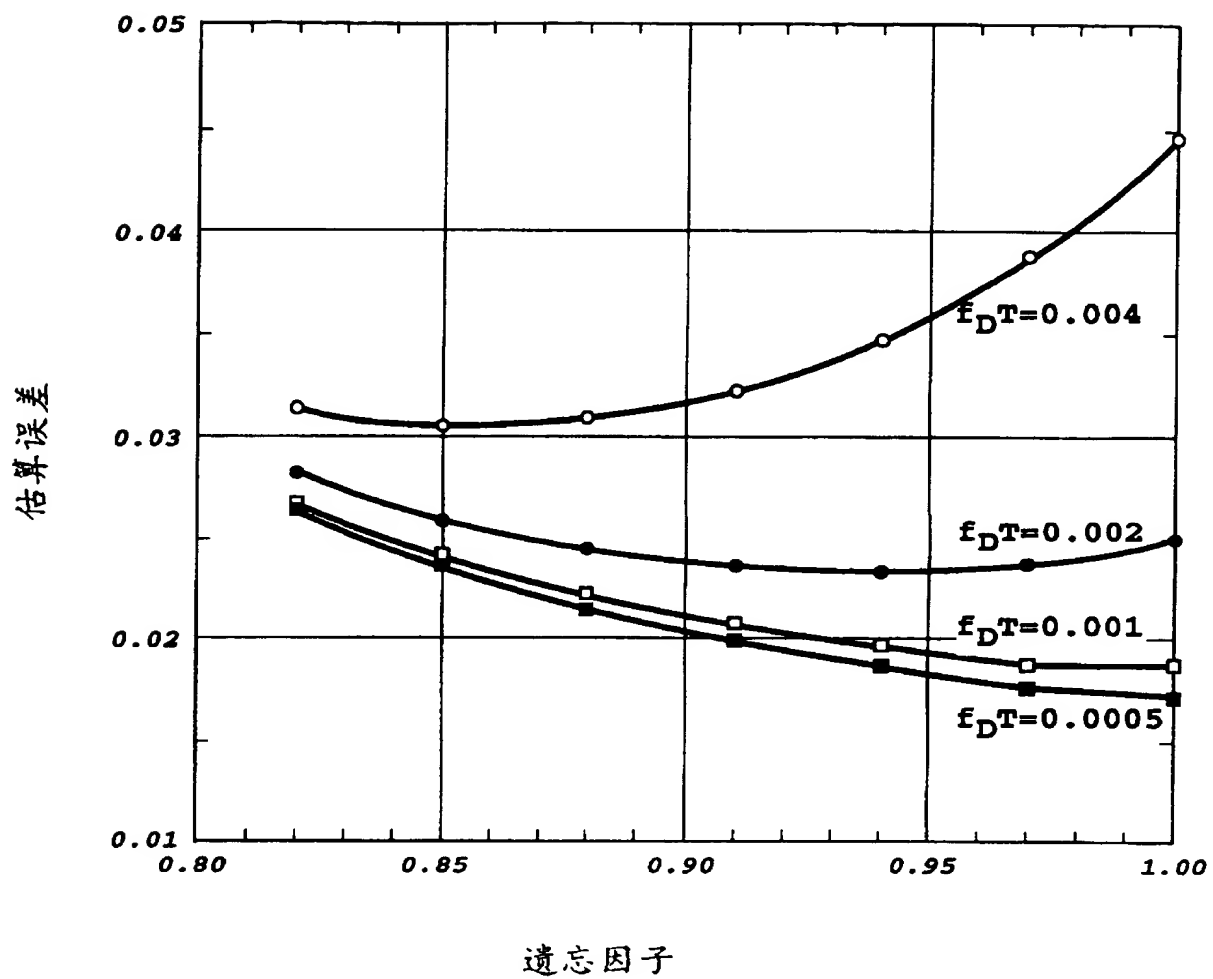


图 7